

Universidade Camilo Castelo Branco
Campus de Fernandópolis

GUILHERME DE MORAIS

*SISGAVI - SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE
APLICAÇÃO DE VINHAÇA*
SISGAVI - MANAGEMENT SYSTEM FOR
APPLICATION OF VINASSE

Fernandópolis, SP

2014

GUILHERME DE MORAIS

*SISGAVI-SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE
APLICAÇÃO DE VINHAÇA*

Orientador: Prof. Dr. Luiz Sergio Vanzela

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, da Universidade Camilo Castelo Branco, como complementação dos créditos necessários para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais.

Fernandópolis, SP

2014

Ficha Catalográfica

MORAIS, Guilherme de

M825S SIGAVE Sistema de Gerenciamento de Aplicação de Vinhaça /
Guilherme de Moraes - São José dos Campos: SP / UNICASTELO, 2014.

68f. il.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Sergio Vanzela

Dissertação de Mestrado apresentada no Programa de Pós-
Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Camilo Castelo
Branco, para complementação dos créditos para obtenção do título de
Mestre em Ciências Ambientais.

1. Indústrias sucroenergéticas. 2. PAV. 3. Vinhaça.

I. Título

CDD: 574

Autorizo, exclusivamente, para fins acadêmicos e científicos, a reprodução total ou parcial desta dissertação, por processos xerográficos ou eletrônicos.

Assinatura do aluno: *Guilherme de Moraes*

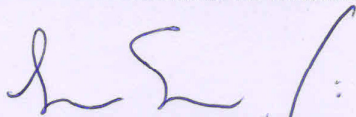
Data: 25.06.2015

TERMO DE APROVAÇÃO

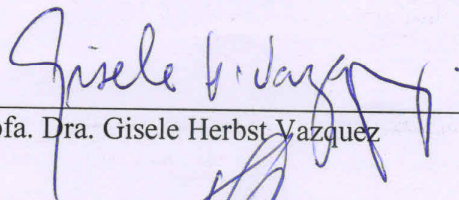
GUILHERME DE MORAIS

**SISTEMA DE GERENCIAMENTO DA APLICAÇÃO DE VINHAÇA -
SISGAVI**

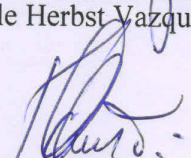
Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade Camilo Castelo Branco, pela seguinte banca examinadora:



Prof. Dr. Luiz Sergio Vanzela
(Presidente)



Profa. Dra. Gisele Herbst Vazquez



Prof. Dr. Ronaldo Cintra Lima

Fernandópolis - SP, 26 de setembro de 2014.

Presidente da Banca Prof. Dr. Luiz Sergio Vanzela

Campus • São Paulo

Rua Carolina Fonseca, 584 - Itaquera
CEP: 08230-030 - São Paulo - SP.
Fone: 11 2070.0000
email: unicastelo@unicastelo.br

Campus • Fernandópolis

Est. Projetada F-1, s/n - Fazenda Santa Rita
CEP: 15600-000 - Fernandópolis - SP.
Fone: 17 3465.4200
email: unicasteloc7@unicastelo.br

Campus • Descalvado

R. Hilário da Silva Passos, 950 - Parque Universitário
CEP: 13690-970 - Descalvado - SP.
Fone: 19 3593.8500
email: unicasteloc8@unicastelo.br

DEDICATÓRIA

A minha esposa, pessoa com quem amo partilhar a vida. Com você, tenho-me sentido mais vivo de verdade. Obrigado pelo carinho, a paciência e capacidade de me trazer paz na correria de cada semestre

Ao professor LUIZ SERGIO VANZELLA, pela paciência na orientação e incentivo que tornaram possível a conclusão desta dissertação.

AGRADECIMENTOS

A Deus

Pela dádiva da vida e por nos ter ajudado a manter a fé nos momentos mais difíceis.

SISGAVI- SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE APLICAÇÃO DE VINHAÇA

Um dos resíduos de maior quantidade produzido pelas indústrias sucroenergéticas é a vinhaça que tem, atualmente, como principal uso a aplicação em solos agrícolas. Assim, este trabalho teve como objetivo o SISGAVI (Sistema de Gerenciamento da Aplicação de Vinhaça) para auxiliar os departamentos agrícolas das indústrias sucroenergéticas. Com o desenvolvimento do SISGAVI, espera-se que possa auxiliar na redução de erros no manejo da aplicação de vinhaça em áreas agrícolas, contribua na elaboração dos Planos de Aplicação de Vinhaça e nos estudos de expansão das áreas de aplicação de vinhaça. De acordo com a proposta de armazenamento em banco de dados, funcionamento *online* e a geração de relatórios com precisão e agilidade, os resultados levam a concluir que o SISGAVI é uma plataforma promissora no controle ambiental nas unidades sucroenergéticas.

Palavras-chave: Indústrias sucroenergéticas, PAV, Vinhaça.

ABSTRACT

SISGAVI -MANAGEMENT SYSTEM FOR APPLICATION OF VINASSE

One of the largest amount of waste produced by sugar energy industries is vinasse that has currently as main use the application on agricultural soils. This work aims to develop the SISGAVI (System Management Application Vinasse) to assist agricultural departments of sugar energy industries. With the development of SISGAVI, it is expected to help to reduce errors in the management of vinasse application in agricultural areas, to contribute in preparing the Application Vinasse Plans and studies for expansion of the areas of application of vinasse. According to the proposed storage database, the online operation and operational reporting with precision and agility, the results lead to the conclusion that the SISGAVI is a promising platform in the environmental control for sugar energy units.

Keywords: Sugar energy Industries. VAP. Stillage.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Tanque mestre para recebimento e distribuição de vinhaça.....	19
Figura 2 Tanque secundário impermeabilizado com geomembranas para recebimento e distribuição de vinhaça.....	20
Figura 3 Canal de vinhaça impermeabilizado com geomembranas no formato trapezoidal.....	21
Figura 4 Caminhão utilizado na aplicação direta no solo por gravidade chuva.....	22
Figura 5 Sistema da aspersão com montagem direta (rolão).....	23
Figura 6 Localização das instituições envolvidas no desenvolvimento do software.....	25
Figura 7 Realiza login.....	33
Figura 8 Cadastra Produtor.....	33
Figura 9 Consulta Produtor.....	33
Figura 10 Altera Produtor.....	33
Figura 11 Cadastrar Propriedade.....	33
Figura 12 Consulta Propriedade.....	33
Figura 13 Altera Propriedade.....	34
Figura 14 Cadastra Talhão.....	34
Figura 15 Consulta Talhão.....	34
Figura 16 Altera Talhão.....	34
Figura 17 Cadastra Tanque.....	34
Figura 18 Consulta Tanque.....	34
Figura 19 Altera Tanque.....	34
Figura 20 Cadastra Canal.....	35
Figura 21 Consulta Canal.....	35
Figura 22 Altera Canal.....	35
Figura 23 Cadastra Poço.....	35
Figura 24 Consulta Poço.....	35
Figura 25 Altera Poço.....	35
Figura 26 Cadastra Aplicação de Vinhaça.....	35
Figura 27 Consulta aplicação de vinhaça.....	36
Figura 28 Emissão de relatório de produtor.....	36
Figura 29 Emissão de relatório de propriedade.....	36

Figura 30 Emissão de relatório de talhão.....	36
Figura 31 Emissão de relatório de tanque.....	36
Figura 32 Emissão de relatório de canal.....	36
Figura 33 Emissão de relatório de poço.....	36
Figura 34 Emissão de relatório de PAV.....	37
Figura 35 Detalhe do diagrama de entidade e relacionamento entre as tabelas do banco de dados.....	42
Figura 36 Tela de acesso ao sistema.....	43
Figura 37 Tela do menu principal.....	44
Figura 38 Tela de cadastro do produtor.....	45
Figura 39 Detalhe da tela de consulta ao produtor.....	45
Figura 40 Detalhe da tela de cadastro da propriedade.....	46
Figura 41 Detalhe da tela de consulta de propriedades.....	47
Figura 42 Detalhe da tela de consulta de propriedades.....	48
Figura 43 Detalhe da tela de cadastro de talhões.....	48
Figura 44 Detalhe da tela de cadastro de tanques;.....	49
Figura 45 Detalhe da tela de consulta de tanques.....	50
Figura 46 Detalhe da tela de cadastro de canais.....	51
Figura 47 Detalhe da tela de consulta de canais.....	52
Figura 48 Detalhe da tela de cadastro de poços.....	52
Figura 49 Detalhe da tela de consulta de poços.....	53
Figura 50 Detalhe da tela de cadastro da aplicação de vinhaça.....	54
Figura 51 Detalhe da tela de cadastro das informações da aplicação por dispersão.....	55
Figura 52 Detalhe da tela de cadastro das informações de aplicação de vinhaça por caminhão.....	56
Figura 53 Detalhe de relatório de produtores gerado pelo sistema.....	57
Figura 54 Detalhe de relatório de propriedades gerado pelo sistema.....	57
Figura 55 Detalhe de relatório de talhões gerado pelo sistema.....	58
Figura 56 Detalhe de relatório de tanques gerado pelo sistema.....	58
Figura 57 Detalhe de relatório de canais gerado pelo sistema.....	59
Figura 58 Detalhe de relatório de poços gerado pelo sistema.....	59
Figura 59 Relatório de resultados dos cálculos da aplicação de vinhaça.....	60

Figura 60 Relatório dos dados de cadastro das variáveis operacionais da aplicação de vinhaça por dispersão.	60
Figura 61 Relatório de resultados das variáveis operacionais da aplicação de vinhaça por dispersão.	61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Detalhe das informações do cadastro do produtor.....	37
Tabela 2 Detalhe das informações do cadastro da propriedade.....	38
Tabela 3 Detalhe das informações do cadastro de talhão.	38
Tabela 4 Detalhe das informações do cadastro dos tanques de vinhaça.	39
Tabela 5 Detalhe das informações do cadastro dos canais de vinhaça.....	39
Tabela 6 Detalhe das informações do cadastro de poços.....	40
Tabela 7 Detalhe das informações do cadastro da aplicação de vinhaça.....	41

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 OBJETIVO.....	15
3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
3.1 Vinhaça e seu uso agrícola	16
3.1.1 Conceitos	16
3.1.2 Utilização da vinhaça na agricultura.....	16
3.1.3 Plano de Aplicação de Vinhaça.....	18
3.1.4 Gerenciamento da aplicação da vinhaça.....	18
3.2 Linguagens de programação aplicada ao desenvolvimento de <i>softwares</i> de gestão	23
4 MATERIAL E MÉTODOS	25
4.1 Linguagem de programação.....	26
4.2 Normatização	26
4.3 Dosagem	26
4.3.1 Cálculos da distribuição de vinhaça por dispersão.....	27
4.3.2 Cálculos da distribuição de vinhaça por caminhão.....	30
5 APRESENTAÇÃO DO <i>SOFTWARE</i>	33
5.1 Especificação de requisitos de usuários	33
5.2 Especificações das classes.....	37
5.2.1 Tabela de cadastro de produtor	37
5.2.2 Tabela cadastro de propriedade.....	37
5.2.3 Tabela de cadastro de tanque.....	38
5.2.4 Tabela de cadastro de canal	39
5.2.5 Tabela de cadastro de poço	40
5.2.6 Tabela de cadastro da aplicação de vinhaça	40
5.3 Diagrama de entidade e relacionamento.....	42
5.4 Telas do sistema	43
5.4.1 Tela de login.....	43
5.4.2 Tela de menu principal	43
5.4.3 Tela de cadastro de produtor	44
5.4.4 Tela de consulta de produtor.....	45
5.4.5 Tela de cadastro de propriedade.....	46

5.4.6 Tela de consulta de propriedade	47
5.4.7 Tela de cadastro de talhão	47
5.4.8 Tela de consulta de talhão	48
5.4.9 Tela de cadastro de tanque.....	48
5.4.10 Tela consulta de tanque	49
5.4.11 Tela de cadastro de canal	50
5.4.12 Tela de consulta de canal.....	51
5.4.13 Tela de cadastro de poço	52
5.4.14 Tela de consulta de poço	53
5.4.15 Cadastro de aplicação de vinhaça	53
5.4.16 Cadastro de aplicação de vinhaça por dispersão.....	54
5.4.17 Cadastro de aplicação de vinhaça por caminhão.....	55
5.5 Relatórios gerados pelo sistema	56
5.5.1 Relatórios das estruturas cadastradas	56
5.5.2 Relatórios do Plano de Aplicação de Vinhaça (PAV)	60
6 CONCLUSÃO.....	64
REFERÊNCIAS.....	65

1 INTRODUÇÃO

O setor sucroenergético, atualmente, se constitui em uma das principais atividades econômicas no Brasil. Os produtos do setor são etanol hidratado, etanol anidro, etanol não-combustível, açúcar, bioeletricidade, levedura e aditivo e crédito de carbono, sendo este mercado responsável por US\$ 28,2 bilhões, o equivalente a 2% do PIB brasileiro (NEVES et al., 2010).

Este cenário requer uma área cultivada de 9,75 milhões de hectares e moagem de 653,44 milhões de toneladas na safra 2013/2014 (UNICA, 2014).

Todavia, um dos maiores problemas a ser enfrentado pelo setor se refere aos impactos ambientais. A produção de açúcar e etanol gera grande quantidade de resíduos, dentre os quais se destaca a produção de vinhaça. Segundo a ANA et al. (2009), para cada litro de etanol produzido são gerados de 10 a 12 litros de vinhaça. Considerando que, na última safra, foram produzidos cerca de 21,6 milhões de metros cúbicos de etanol, estima-se que foram gerados, no mínimo, 216 milhões de metros cúbicos de vinhaça.

O principal destino atual deste resíduo é a disposição nos solos agrícolas cultivados com cana-de-açúcar, em função do aproveitamento da quantidade de nutrientes presentes na vinhaça, principalmente o potássio.

Assim, nas licenças ambientais de operação das indústrias sucroenergéticas são exigidos pelos órgãos ambientais licenciadores a apresentação de um relatório técnico anual sobre a utilização da vinhaça na adubação dos solos. Este procedimento garante que a vinhaça seja aplicada corretamente, evitando os danos ambientais da sua disposição em excesso.

No Estado de São Paulo, este relatório técnico é conhecido como Plano de Aplicação de Vinhaça (PAV) (CETESB, 2006) e tem como objetivo estabelecer os critérios e procedimentos para o armazenamento, transporte e aplicação da vinhaça, gerada pela atividade sucroalcooleira no processamento de cana-de-açúcar.

O PAV é composto de vários tópicos que abordam a caracterização da vinhaça e do solo, bem como informações sobre a localização dos tanques de armazenamento e dos canais mestres ou primários de uso permanente de distribuição, localização dos cursos d'água, poços utilizados para abastecimento,

dados de geologia e hidrogeologia local, forma e dosagem de aplicação de vinhaça etc.

Em função da grande quantidade de informações necessárias, a confecção do PAV torna-se um trabalho oneroso e demorado para o profissional que atua no setor de meio ambiente da unidade sucroenergética(ANDRADE, 2012).

Mas, como a maioria desses dados pode ser inserida e armazenada em bancos de dados computacionais e acessada facilmente para consulta, o desenvolvimento de ferramentas para a geração automática do PAV permitiria um trabalho mais rápido e preciso.

2 OBJETIVO

O objetivo do trabalho é o desenvolvimento da ferramenta computacional SISGAVI (Sistema de Gerenciamento de Aplicação de Vinhaça), que permite a solução rápida e segura na confecção dos Planos de Aplicação de Vinhaça - PAV's.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Vinhaça e seu uso agrícola

3.1.1 Conceitos

Com a produção do etanol, a vinhaça é o principal subproduto. Sua composição química varia de acordo com fatores como composição da matéria prima, composição do mosto, fermentação adotada e a condição da mesma, tipo de levedura, equipamento utilizado na destilação (SILVA,2009).

A vinhaça é resíduo gerado no processo de produção de etanol, variando de 7 a 16 litros para cada litro de etanol produzido, a partir da cana-de-açúcar, dependendo das condições tecnológicas da destilaria. Possui características extremamente variáveis, mas, essencialmente é uma suspensão aquosa contendo sólidos orgânicos e minerais. É formada por 93,5% de água, 4,6% de matéria orgânica e 1,9% de substâncias minerais. As substâncias minerais são, principalmente, potássio (0,5%), nitrogênio (0,05%) e fósforo (0,01%).

A vinhaça é composta de 93% de água e tem a característica de um fertilizante, pois estão presentes potássio, cálcio, nitrogênio e magnésio em altas quantidades, essenciais para a nutrição das plantas. Em menores quantidades, estão presentes micronutrientes como o ferro, manganês, cobre e zinco (SILVA,2009).

Como fertilizante orgânico e mineral, a vinhaça tem um alto teor de matéria orgânica e potássio, o que confere características poluentes ao resíduo. Ao longo dos anos, o seu uso e destino aleatório originaram desastres ambientais causados pelo lançamento impróprio nos rios (SILVA,2009).

3.1.2 Utilização da vinhaça na agricultura

A vinhaça no Brasil é aplicada ao solo como fertilizante e fonte de potássio, que exige a análise dos atributos do solo para o cálculo das quantidades corretas ao seu uso(SILVA,2009).

A aplicação de vinhaça é denominada erroneamente de fertirrigação, processo conjunto de irrigação e adubação, que consiste na utilização da própria

água para conduzir e distribuir o fertilizante químico ou orgânico na lavoura, podendo ser realizada por qualquer sistema de irrigação.

Dentro desta situação, o termo fertirrigação, no que pertence à vinhaça, não é todo correto, pois se refere mais ao método de irrigação agregado, não se constituindo mais do que um processo de aplicação de fertilizante e molhamento, sem controle prático da lâmina hídrica aplicada e muito menos da frequência das aplicações, interessando mais a quantidade de potássio carregada e transferida para o solo (SILVA,2009).

A vinhaça utilizada como fertilizante, porém, permite alcançar o objetivo de não poluir a água, uma vez que todo resíduo formado é devolvido à cultura, podendo, assim, substituir parte da adubação mineral e diminuir custos (SILVA,2009).

A composição química da vinhaça é rica em nutrientes essenciais à planta, tais como o potássio, por exemplo, podendo substituir o adubo químico parcialmente para alguns nutrientes e, em sua totalidade, no caso da adubação potássica. Este procedimento gera redução de custos. Em 1980, representava uma economia de 30% em termos de rentabilidade agrícola, 9% em termos de rentabilidade industrial e 12% considerando-se os benefícios no aumento do número de cortes do canavial fertirrigado com vinhaça (ANDRADE,2012).

No que se refere à dose a ser aplicada da vinhaça, existem duas variáveis a serem consideradas, sendo elas as características químicas da vinhaça e do solo. No caso da vinhaça, a principal variável de interesse é a concentração de potássio. Entretanto, outras propriedades químicas são determinadas para fins do Plano de Aplicação de Vinhaça (PVA), tais como: pH, resíduo não filtrável total, dureza, condutividade elétrica, nitrogênio nitrato, nitrogênio nitrito, nitrogênio amoniacal, nitrogênio Kjeldhal total, sódio, cálcio, potássio, magnésio, sulfato, fósforo total, DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio) e DQO (Demanda Química de Oxigênio). (ALQUINI; GUNTHER; PEREIRA, 2009).

No caso do solo, as propriedades químicas necessárias são: Al - alumínio total, Ca- cálcio, Mg – magnésio, SO₄⁻ sulfato, hidrogênio dissociável, K – potássio, matéria orgânica, CTC - capacidade de troca iônica, pH - potencial hidrogeniônico e V% - saturação de bases (ALQUINI; GUNTHER; PEREIRA, 2009).

A amostra da vinhaça é constituída de, no mínimo, duas coletas no local de geração da vinhaça durante a safra anterior, cujos resultados embasarão o plano de aplicação futuro. Para os balanços da quantidade a ser empregada em cada

aplicação, deve ser realizada análise dos teores de potássio semanalmente na vinhaça, visando à aferição de suas taxas de aplicação(PEREIRA; ALQUINI; GUNTHER, 2009).

Para o solo, a amostragem é composta a partir de quatro sub-amostras. As sub-amostras devem ser coletadas segundo as especificações constantes na norma da CETESB e ser encaminhadas para análise em laboratório.

3.1.3 Plano de Aplicação de Vinhaça

O Plano de Aplicação de Vinhaça (PAV) é um relatório técnico que caracteriza toda a infraestrutura (caminhões, sistemas de distribuição e aplicação, tanques etc.) utilizada no manejo e disposição da vinhaça nos solos, bem como as quantidades geradas e utilizadas. Este documento faz parte da documentação de manutenção da Licença de Operação das unidades sucroenergéticas. Este plano deve ser elaborado e assinado por um profissional registrado no Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia (CREA) e ser entregue até a data de dois de abril de cada ano(ANDRADE,2012).

Anualmente, a unidade produtora do etanol deve atualizar ou realizar o plano de aplicação de vinhaça a ser entregue ao órgão ambiental competente, para fins de acompanhamento e fiscalização. Em caso de alterações no plano de aplicação, o plano deve ser apresentado ao órgão ambiental após a data limite. Em casos onde ocorram contaminações dos lençóis subterrâneos, a utilização da vinhaça deve ser suspensa, e a CETESB deve comunicar a ocorrência à Coordenadoria de Defesa Agropecuária, da Secretaria de Agricultura e Abastecimento(ANDRADE, 2012).

3.1.4 Gerenciamento da aplicação da vinhaça

O gerenciamento da aplicação da vinhaça corresponde a toda a logística física e organizacional para a disposição sustentável desses resíduos nos solos agrícolas. A logística é definida em função da quantidade de vinhaça produzida na unidade industrial e do teor de potássio da vinhaça e do solo.

A estrutura física necessária para a aplicação da vinhaça é constituída por: tanques de armazenagem, canais e tubulações de distribuição, caminhões e sistemas de aplicação.

Os tanques de armazenagem são estruturas revestidas de cimento ou geomembrana impermeabilizante. Os novos tanques são estruturados com menor tempo de detenção hidráulica, o suficiente para atender à logística com segurança da aplicação da vinhaça de uma determinada localidade, distribuindo, a partir daí, para os canais ou para o carregamento de caminhões. Existem os tanques mestres (Figura 1) e tanques secundários (Figura 2). Os tanques mestres, normalmente, recebem a vinhaça logo após a sua saída da unidade industrial; os tanques secundários recebem a vinhaça transportada do tanque mestre que, depois, é redistribuída para os talhões mais distantes (ANA, 2009).



Figura 1 Tanque mestre para recebimento e distribuição de vinhaça.
Fonte: ANA, 2009.



Figura 2 Tanque secundário impermeabilizado com geomembranas para recebimento e distribuição de vinhaça.

Fonte: ANA, 2009.

Os canais (figura 3) de distribuição da vinhaça são estruturas utilizadas para transportar a vinhaça dos tanques aos talhões onde será aplicada no solo. Eles podem ser primários e secundários. É o tipo de transporte mais barato da vinhaça e desenvolve uma vazão de até 300m³ ou maiores no caso de revestimento com geomembrana; seu uso é todo o período de safra ou até o término da irrigação. Podem ser de formatos trapezoidais e retangulares e, de acordo com a norma vigente, devem ser obrigatoriamente revestidos (ANA, 2009).



Figura 3 Canal de vinhaça impermeabilizado com geomembranas no formato trapezoidal.
Fonte: Portal, 2014b.

Os caminhões do tipo rodotrem (Figura 4), que desenvolvem o papel de levar a vinhaça da unidade sucoenergética até os tanques, têm capacidade de 45 a 60 m³ (dois tanques de 30 m³ cada) (ANA, 2009). Os caminhões, podem ser utilizados na aplicação direta no solo por gravidade (chuveiro) (figura 4), o que permite a distribuição do resíduo por toda a superfície. A tubulação de saída do tanque é de diâmetro igual ao somatório dos diâmetros das perfurações. O processo de distribuição da vinhaça através do “chuveiro” é um dos mais utilizados na região Centro-Sul do país (ANDRADE, 2012).



Figura 4 Caminhão utilizado na aplicação direta no solo por gravidade chuveiro.
Fonte: Portal, 2014a.

Os principais sistemas utilizados na aplicação de vinhaça são os de aspersão, sendo sua maioria constituída de autopropelido, em carretel enrolador, vulgarmente conhecido como “rolão” (Figura 5). Consiste de um carretel que permite o enrolamento de tubulação de polietileno de média densidade, utilizado para alimentar e puxar um aspersor do tipo canhão hidráulico. O processo necessita de um trator para posicionar o canhão e desenrolar o carretel. O início da aspersão se dá com o enrolamento do carretel, sendo o canhão hidráulico puxado a uma velocidade regulada para manter a taxa de aplicação necessária. O sistema da aspersão com montagem direta tem uma distribuição de aproximadamente 90 metros de largura, assim tendo um maior rendimento do sistema(ANA, 2009).



Figura 5 Sistema da aspersão com montagem direta (rolão).
Fonte: ANA, 2009.

3.2 Linguagens de programação aplicada ao desenvolvimento de *softwares* de gestão

Atualmente, no mundo marcado pela globalização, a internet tornou-se parte integrante desse novo sistema de negociação. Dia a dia cresce o número de serviços, informações e facilidades disponíveis *online*, a integração entre sistemas de gestão. A internet está cada vez mais presente nas empresas.

A linguagem de programação PHP é *Hypertext Preprocessor* (Pré-processador de hipertexto), uma linguagem de programação *open source*, mundialmente utilizada no ambiente *web*. Uma das características mais marcantes no PHP é sua capacidade de se integrar ao HTML, tornando mais fácil a geração de páginas web dinâmicas (SOARES, 2013).

O MySQL é um sistema de gerenciamento de banco de dados (SGBD), que utiliza a linguagem SQL (Linguagem de Consulta Estruturada, do inglês Structured Query Language) como interface. O MySQL, atualmente, é um dos principais e mais populares sistemas de banco de dados.

O sucesso desse sistema deve-se, em grande parte, à fácil integração com o PHP incluído, quase que obrigatoriamente, nos pacotes de hospedagem de *sites* da Internet oferecidos. Uma especialidade fundamental do MySQL é ser desenvolvido em código aberto e funcionar em um grande número de sistemas operacionais, tais como Windows, Linux, FreeBSD, BSDI, Solaris, Mac OS X, SunOS, SGI etc. É reconhecido pelo seu ótimo desempenho e robustez e também por ser multitarefa e multiusuário.

4 MATERIAL E MÉTODOS

O *software* foi desenvolvido na Universidade Camilo Castelo Branco, Câmpus Fernandópolis, em parceria com a Alcoeste Destilaria Fernandópolis S/A, ambas localizadas no município de Fernandópolis, Noroeste Paulista (Figura 6).

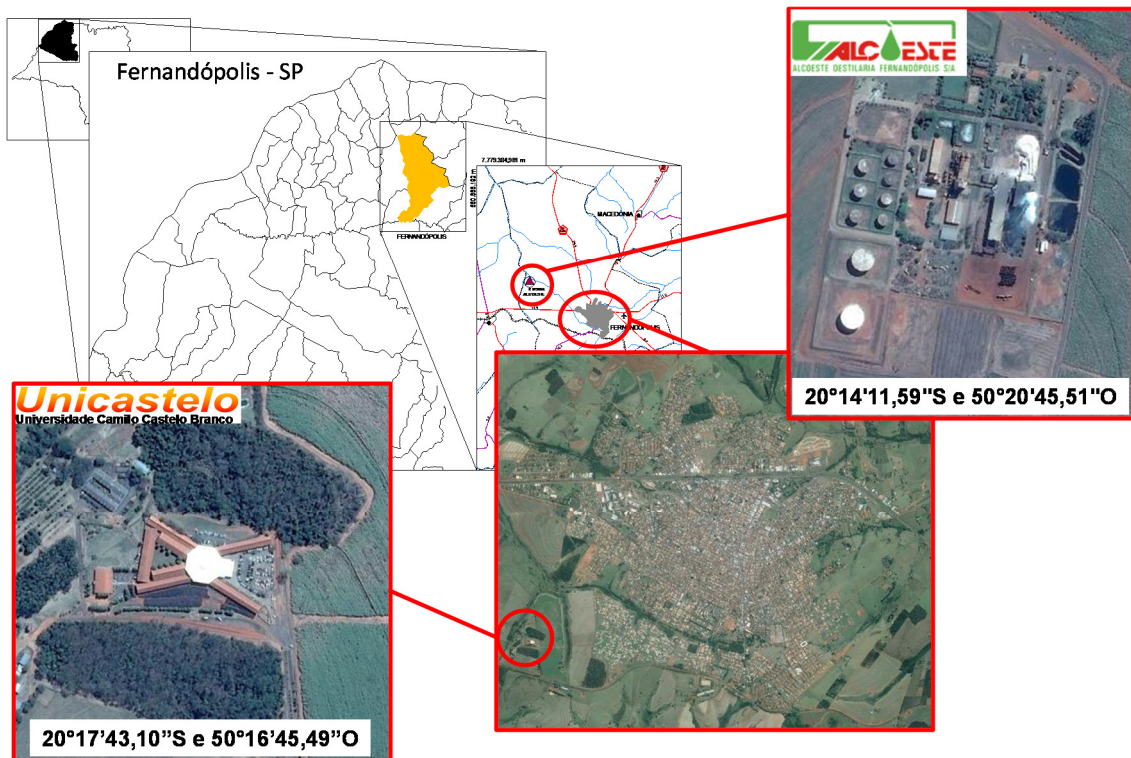


Figura 6 Localização das instituições envolvidas no desenvolvimento do software.

O SISGAV é uma plataforma desenvolvida em linguagem PHP, que permite o cadastro de proprietários e imóveis rurais parceiros da unidade sucroenergética e a gestão da aplicação da vinhaça por meio de cadastros de talhões, tanques e canais, bem como cálculos do volume aplicado por caminhão ou dispersão. Também permite a geração rápida de informações para a elaboração do Plano de Aplicação de Vinhaça.

A base de referência (informações cadastradas e cálculos) utilizada para a confecção do SISGAV foram as metodologias propostas pela CETESB (2006) e ANA (2009), que suportam as necessidades observadas pelo departamento ambiental da unidade sucroenergética.

4.1 Linguagem de programação

A linguagem de programação utilizada para o desenvolvimento da plataforma foi o PHP, com o auxílio do *software* Notepad++v6.6.8, integrado ao banco de dados MySQL.

4.2 Normatização

Segundo Diniz (2010), a CETESB definiu, em 1986, alguns critérios pertinentes ao uso da vinhaça, dentre os quais o limite de aplicação do produto no solo. Entretanto, tais critérios não consideram aspectos intrínsecos do local como, por exemplo, a formação geológica, a pedologia e a hidrogeologia.

Em 2005, a CETESB publicou a Norma Técnica P4.231, Vinhaça – Critérios e Procedimentos para Aplicação no Solo Agrícola, que altera e acrescenta diversos pontos nas legislações anteriores e considera a necessidade de organizar o armazenamento, transporte e a aplicação no solo da vinhaça gerada no processamento da cana-de-açúcar, e, assim, considerar um conjunto amplo de diretrizes que devem ser respeitadas na aplicação da vinhaça em solos agrícolas (CETESB, 2006).

4.3 Dosagem

A taxa de aplicação de vinhaça ou dosagem máxima de vinhaça é determinada de acordo com a seguinte expressão (CETESB, 2006):

$$T_{VI} = \frac{(0,05 \cdot CTC - k_s) \cdot 3744 + 185}{k_{vi}}, \quad (1)$$

sendo:

V – taxa de aplicação de vinhaça ou dosagem máxima de vinhaça ($m^3 \text{ ha}^{-1}$);

CTC – capacidade de troca catiônica do solo ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$);

k_s – concentração de potássio no solo na profundidade de 0 a 0,80 m ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$);

k_{vi} – concentração de potássio na vinhaça ($\text{kg K}_2\text{O m}^{-3}$).

A conversão da taxa de aplicação de vinhaça ou dosagem máxima de vinhaça em lâmina máxima de vinhaça é dada pela seguinte expressão:

$$L_{VI} = \frac{T_{VI}}{10}, \quad (2)$$

sendo:

L_{VI} – lâmina máxima de vinhaça (mm);

T_{VI} – taxa de aplicação de vinhaça ou dosagem máxima de vinhaça ($m^3 \text{ ha}^{-1}$).

O volume total anual de vinhaça aplicado é calculado pela seguinte expressão:

$$V_{Ta} = T_{VI} \cdot A_t, \quad (3)$$

sendo:

V_{Ta} – volume total anual ($m^3 \text{ ano}^{-1}$);

T_{VI} – taxa de aplicação de vinhaça ou dosagem máxima de vinhaça ($m^3 \text{ ha}^{-1}$);

A_t – área do talhão (ha).

4.3.1 Cálculos da distribuição de vinhaça por dispersão

Todos os cálculos para o gerenciamento da aplicação de vinhaça por dispersão foram elaborados considerando o uso como autopropelido em carretel enrolador, a partir da metodologia proposta por ANA (2009).

Os cálculos do comprimento, largura e área da faixa aplicada são obtidos a partir das seguintes expressões:

$$C_f = C_m + R_a, \quad (4)$$

sendo:

C_f – comprimento da faixa aplicada (m);

C_m – comprimento da mangueira (m);

R_a – raio de alcance do aspersor (m)

A largura da faixa aplicada é determinada pela seguinte expressão:

$$L_f = 2 \cdot R_a , \quad (5)$$

sendo:

L_f – largura da faixa aplicada (m);

R_a – raio de alcance do aspersor (m).

A área da faixa aplicada é determinada pela seguinte expressão:

$$A_f = \frac{C_f \cdot L_f}{10000} , \quad (6)$$

sendo:

A_f – área da faixa aplicada (ha);

C_f – comprimento da faixa aplicada (m);

L_f – largura da faixa aplicada (m).

A eficiência de trabalho é determinada pela seguinte expressão:

$$E_t = \left(\frac{T_j - T_p}{T_j} \right) \cdot 100 , \quad (7)$$

sendo:

E_t – eficiência de trabalho (%);

T_j – jornada útil de trabalho com refeição ($h \cdot d^{-1}$);

T_p – tempo perdido ($h \cdot d^{-1}$).

O volume por faixa aplicado na distribuição de vinhaça por carretel enrolador é determinado pela seguinte expressão:

$$V_f = T_{VI} \cdot A_f , \quad (8)$$

sendo:

V_f – volume aplicado em cada faixa (m^3);

T_{VI} – taxa de aplicação de vinhaça ou dosagem máxima de vinhaça ($m^3 \cdot ha^{-1}$);

A_f – área da faixa aplicada (ha).

O tempo de aplicação de vinhaça por faixa aplicada é determinado pela seguinte expressão:

$$T_f = \frac{V_f}{Q_r} , \quad (9)$$

sendo:

T_f – tempo de aplicação na faixa (h);

V_f – volume aplicado em cada faixa (m^3);

Q_r – vazão do carretel enrolador ($m^3 h^{-1}$).

O rendimento do carretel enrolador é determinado pela seguinte expressão:

$$\eta_r = \left[\frac{(T_j - T_p)}{(T_r + T_f)} \right] \cdot V_f , \quad (10)$$

sendo:

η_r – rendimento do carretel enrolador ($m^3 d^{-1}$);

T_j – jornada útil de trabalho com refeição ($h d^{-1}$);

T_p – tempo perdido ($h d^{-1}$);

T_r – tempo do carretel enrolador ($h d^{-1}$);

T_f – tempo de aplicação na faixa (h);

V_f – volume aplicado em cada faixa (m^3).

A velocidade de recolhimento do carretel enrolador é determinada pela seguinte expressão:

$$v_r = \frac{C_f}{T_f} , \quad (11)$$

sendo:

v_r – velocidade de recolhimento do carretel enrolador ($m h^{-1}$);

C_f – comprimento da faixa (m);

T_f – tempo de aplicação na faixa (h).

O número de equipamentos necessários para a aplicação da vinhaça é determinado pela seguinte expressão:

$$N_r = \frac{24 \cdot Q_{VI}}{\eta_r}, \quad (12)$$

sendo:

N_r – número de equipamentos necessários (unidades);

Q_{VI} – vazão de vinhaça produzida ou transportada ($m^3 h^{-1}$);

η_r – rendimento do carretel enrolador ($m^3 d^{-1}$).

4.3.2 Cálculos da distribuição de vinhaça por caminhão

A quantidade de viagens de caminhão é dada pela seguinte expressão:

$$N_v = \frac{(T_j - T_m)}{\left(\frac{D_f}{VMT_c} + \frac{D_f}{VMT_v} \right) - \left(\frac{TPMu - TPMc - TAC - TADsdbv + TADdr}{60} \right)} \quad (13)$$

sendo:

N_v - quantidade de viagens realizadas por caminhão (viagens caminhão⁻¹d⁻¹);

T_j - jornada útil de trabalho com refeição (h d⁻¹);

T_m - tempo de manutenção e troca de turno (h d⁻¹);

D_f - distância até a propriedade (km);

VMT_c - velocidade média de transporte carregado (km h⁻¹);

VMT_v - velocidade média de transporte vazio (retorno) (km h⁻¹);

$TPMu$ - tempo perdido com manobras e outros na usina (min viagem⁻¹);

$TPMc$ - tempo perdido com manobras e outros no campo (min viagem⁻¹);

TAC - tempo auxiliar para carregamento (min viagem⁻¹);

$TADsdbv$ - tempo auxiliar para descarregamento (sem descarga bate-volta) (min viagem⁻¹);

$TADdr$ - tempo auxiliar para descarregamento (com descarga rápida - tanques ou canais) (min viagem⁻¹).

O volume de vinhaça a ser transportado por caminhão é determinado pela seguinte equação:

$$V_t = C_c \cdot N_v, \quad (14)$$

sendo:

V_t - volume transportado de vinhaça (m^3 caminhão $^{-1}$ d $^{-1}$);

N_v - quantidade de viagens realizadas por caminhão (viagens caminhão $^{-1}$ d $^{-1}$);

C_c - capacidade de carga do caminhão (m^3 viagem $^{-1}$).

A área de aplicação de vinhaça coberta por caminhão é determinada pela seguinte expressão:

$$Af_c = \frac{V_t}{T_{VI}}, \quad (15)$$

sendo:

Af_c – área de aplicação de vinhaça coberta (ha caminhão $^{-1}$ d $^{-1}$);

V_t – volume transportado de vinhaça (m^3 caminhão $^{-1}$);

T_{VI} – taxa de aplicação de vinhaça ou dosagem máxima de vinhaça (m^3 ha $^{-1}$).

A quantidade necessária de caminhões na frota é determinada pela seguinte expressão:

$$N_{cam} = \frac{24 \cdot Q_{VI}}{V_t}, \quad (16)$$

sendo:

N_{cam} – quantidade de caminhões na frota (unidades);

Q_{VI} – vazão de vinhaça produzida ou transportada (m^3 h $^{-1}$);

V_t – volume transportado de vinhaça (m^3 caminhão $^{-1}$).

A distância média percorrida por área de aplicação de vinhaça é determinada pela seguinte expressão:

$$D_{ha} = \frac{2 \cdot D_f \cdot N_v}{Af_c}, \quad (17)$$

sendo:

D_{ha} - distância média percorrida por área de aplicação de vinhaça (km ha $^{-1}$);

D_f – distância até a propriedade (km);

N_v - quantidade de viagens realizadas por caminhão (viagens caminhão $^{-1}$ d $^{-1}$);

Af_c – área de aplicação de vinhaça coberta (há caminhão $^{-1}$ d $^{-1}$).

O consumo de combustível (diesel) por área é determinado pela seguinte expressão:

$$CD = \frac{Dha}{CODt} \quad (18)$$

sendo:

CD – consumo de combustível por área ($L \text{ ha}^{-1}$);

Dha - distância média percorrida por área de aplicação de vinhaça (km ha^{-1});

CODt – consumo de combustível (diesel) no transporte (km L^{-1}).

5 APRESENTAÇÃO DO SOFTWARE

5.1 Especificação de requisitos de usuários

Todas as funções que o usuário pode executar no *software* estão apresentadas abaixo:

1. Usuário realiza login:



Figura 7 Realiza login.

2. Usuário cadastra produtor:



Figura 8 Cadastra Produtor.

3. Usuário consulta produtor:



Figura 9 Consulta Produtor.

4. Usuário altera produtor:

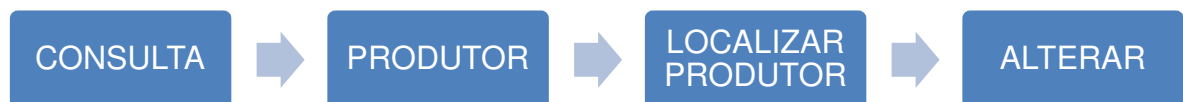


Figura 10 Altera Produtor.

5. Usuário cadastra propriedade:



Figura 11 Cadastrar Propriedade.

6. Usuário consulta propriedade:



Figura 12 Consulta Propriedade.

7. Usuário altera propriedade:



Figura 13 Altera Propriedade.

8. Usuário cadastra talhão:



Figura 14 Cadastra Talhão.

9. Usuário consulta talhão:



Figura 15 Consulta Talhão

10. Usuário altera talhão:

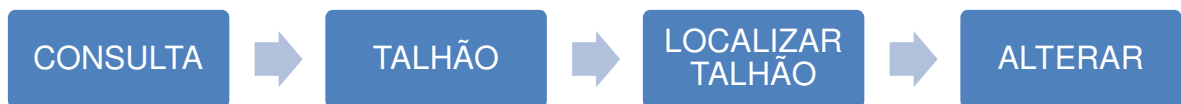


Figura 16 Altera Talhão.

11. Usuário cadastra tanque:



Figura 17 Cadastra Tanque.

12. Usuário consulta tanque:



Figura 18 Consulta Tanque.

13. Usuário altera tanque:

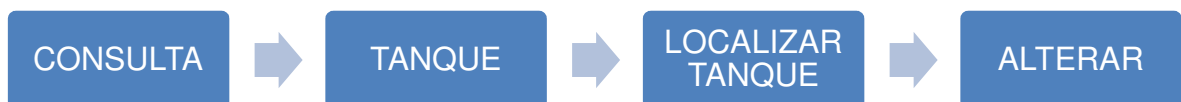


Figura 19 Altera Tanque.

14. Usuário cadastra canal:



Figura 20Cadastra Canal.

15. Usuário consulta canal:



Figura 21Consulta Canal.

16. Usuário altera canal:

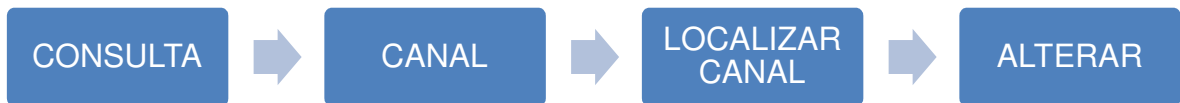


Figura 22Alterar Canal.

11.Usuário cadastra poço:



Figura 23Cadastra Poço.

12. Usuário consulta poço:



Figura 24Consulta Poço

13. Usuário altera poço:

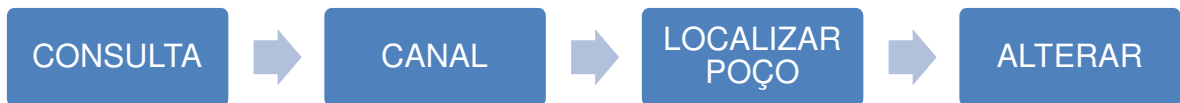


Figura 25Alterar Poço.

14.Usuário cadastra aplicação de vinhaça:



Figura 26Cadastra Aplicação de Vinhaça.

15. Usuário consulta aplicação de vinhaça:



Figura 27Consulta aplicação de vinhaça.

16.Usuário solicita emissão de relatório de produtor:

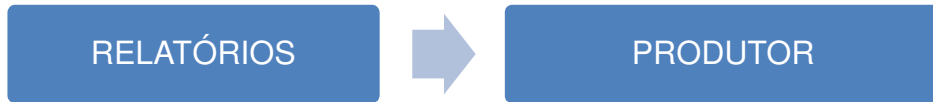


Figura 28Emissão de relatório de produtor.

17. Usuário solicita emissão de relatório de propriedade:



Figura 29Emissão de relatório de propriedade.

18. Usuário solicita emissão de relatório de talhão por propriedade:



Figura 30Emissão de relatório de talhão.

19. Usuário solicita emissão de relatório de tanque por propriedade:



Figura 31Emissão de relatório de tanque.

20. Usuário solicita emissão de relatório de canal por propriedade:

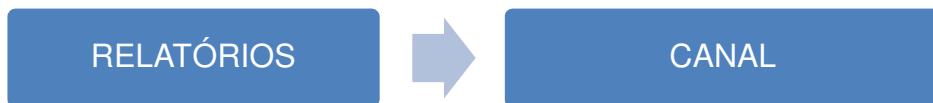


Figura 32Emissão de relatório de canal.

21. Usuário solicita emissão de relatório de poço por propriedade:



Figura 33Emissão de relatório de poço.

22.Usuário solicita emissão de relatório PAV:



Figura 34 Emissão de relatório de PAV.

5.2 Especificações das classes

As classes que se referem às tabelas do banco de dados do *software* disponíveis para cadastro e gerenciamento das informações são: cadastro do produtor, cadastro de propriedade, cadastro de canais, cadastro de poços, cadastro de tanques e de gerenciamento da aplicação da vinhaça.

5.2.1 Tabela de cadastro de produtor

As informações de cadastro do produtor têm a finalidade de informar os dados do proprietário do imóvel onde será aplicada a vinhaça; essa informação é de grande importância nas consultas internas do gerente agrícola. Na Tabela 1, estão apresentadas as informações que compõem o cadastro do produtor, portanto, com os atributos do produtor.

Tabela 1 Detalhe das informações do cadastro do produtor.

TABELA DE CADASTRO DE PRODUTOR	
NOME	Nome do produtor
CPF	Cadastro de pessoa física do produtor
RUA	Rua ou complemento de residência do produtor
NÚMERO	Número da residência do produtor
CIDADE	Cidade do produtor
UF	Estado de localização do produtor
CEP	Código de endereçamento postal do produtor
REGISTRO	Registro do produtor

5.2.2 Tabela cadastro de propriedade

O cadastro da propriedade, permite que o usuário insira e consulte informações sobre o imóvel rural onde será aplicada a vinhaça. Essas informações são importantes no gerenciamento agrícola e aparecem no relatório gerado para o PAV. Na Tabela 2, estão apresentadas as informações do cadastro da propriedade.

Tabela 2 Detalhe das informações do cadastro da propriedade.

TABELA CADASTRO DE PROPRIEDADE	
NOME	Nome da propriedade
ÁREA	Área da propriedade em hectares.
MUNICIPIO	Município da propriedade.
UF	Estado de localização da propriedade.
CEP	Código de endereçamento postal da propriedade.
REGISTRO	Registro da propriedade no cadastro rural.
ÁREA CANA(HECTARES)	Área de plantio de cana-de-açúcar em hectare
ÁREA APP(HECTARES)	Área de preservação permanente da propriedade.
DISTANCIA(quilometro)	Distância da propriedade até a unidade moedora em quilômetro
PORC. CARREADOR	Porcentagem de área de carreador da propriedade.
AREA DO CARREADOR	Área de carreador da propriedade em hectare.
CODIGO FAZENDA	Código da fazenda estipulado pela unidade moedora
LATITUDE	Coordenadas
LONGITUDE	Coordenadas

5.2.3 Tabela de cadastro de talhão

Com o cadastro de talhão, o usuário pode inserir e consultar informações referentes aos tamanhos dos talhos e espaçamento de plantio de cana. Na Tabela 3 estão as informações necessárias ao cadastro talhões de cana.

Tabela 3 Detalhe das informações do cadastro de talhão.

TABELA DE CADASTRO DE TALHÃO	
NUMERO	Número do talhão especificado pela unidade moedora
ÁREA(hectare)	Área do talhão em hectares
CORTE(1 ate ...):	Número de cortes do plantio de cana-de-açúcar
VARIIDADE	Variiedade de cana-de-açúcar plantada
ESPAÇO (METROS)	Espaçamento de linha de plantio

5.2.3 Tabela de cadastro de tanque

Com o cadastro de tanques, o usuário pode inserir e consultar informações referentes aos projetos dos tanques mestres e secundários de armazenamento de vinhaça. Essas informações são imprescindíveis para o setor agrícola da usina e têm de constar no relatório do PAV. Na Tabela 4, estão as informações necessárias ao cadastro dos tanques de vinhaça.

Tabela 4 Detalhe das informações do cadastro dos tanques de vinhaça.

TABELA DE CADASTRO DE TANQUE	
NÚMERO	Número do tanque
VOLUME(metros cúbicos)	Volume do tanque em metro cúbico
LARGURA (metros)	Largura do tanque em metros
COMPRIMENTO(metros)	Comprimento do tanque em metros
PROFUNDIDADE (metros)	Profundidade do tanque em metros
DATUM	Sistema de referência
FUSO UTM	Refere-se ao fuso da zona UTM
COORDENADA N	Coordenadas N de Sul para Norte
COORDENADA E	Coordenadas E de Oeste para Leste
REVESTIMENTO	Tipo de revestimento do tanque
DISTANCIA LINEAR ATÉ O PARQUE INDUSTRIAL(quilômetro)	Distância da propriedade até a unidade moedora em quilômetro
OBSERVAÇÃO	Observação complementar sobre o tanque

5.2.4 Tabela de cadastro de canal

Os canais são utilizados para transportar a vinhaça dos tanques mestres aos tanques secundários e para os pontos de tomada para os canhões hidráulicos de distribuição. Com o cadastro de canal, o usuário pode inserir e consultar informações referentes aos projetos dos canais, necessários para o planejamento da logística de distribuição da vinhaça e deve constar em detalhes no relatório do PAV. Na Tabela 5 estão apresentadas as informações referentes ao cadastro dos canais de vinhaça.

Tabela 5 Detalhe das informações do cadastro dos canais de vinhaça.

TABELA DE CADASTRO DE CANAL	
NUMERO	Número do canal
ORDEM (Primário ou secundário)	Ordem do canal
TIPO (contorno aberto ou fechado)	Tipo de canal (aberto ou tubulado)
REVESTIMENTO (do canal)	Tipo de material de revestimento
FORMATO (Trapezoidal, Retangular, Circular ou Triangular)	Formato do canal
BASE MAIOR DO CANAL(metros)	Base maior do canal
BASE MENOR DO CANAL(metros)	Base menor do canal
PROFUNDIDADE DO CANAL(metros)	Profundidade do canal
COTA INICIAL(metros)	Altura topográfica no final do canal
COTA FINAL (metros)	Altura topográfica no inicio do canal
COEFICIENTE DE RUGOSIDADE DE MANNIG(decimal)	Aderência do canal
COMPRIMENTO DO CANAL(metros)	Comprimento do canal
ALTURA LAMNINA LIQUIDO (metros)	Distância de margem a outra
OBSERVAÇÃO	Observação complementar sobre o canal

5.2.5 Tabela de cadastro de poço

As características e distribuição dos poços de captação de água são informações necessárias para a análise de risco de contaminação pela vinhaça nas áreas comerciais canavieiras. Com isso, o cadastro de poços permite ao usuário acessar e cadastrar informações referentes a poços de abastecimento nas áreas da unidade sucroenergética. Na Tabela 6, estão apresentadas as informações referentes ao cadastro de poços.

Tabela 6 Detalhe das informações do cadastro de poços.

TABELA DE CADASTRO DE POÇO	
NUMERO	Número do poço
PROFUNDIDADE (metros)	Profundidade do poço em metros
AQUIFERO	Aquífero que pertence o poço
FINALIDADE	Função poço
VAZÃO(metros cúbicos por hora)	Vazão de água do poço
DATUM	Sistema de referência
FUSO UTM	Fuso da zona UTM
LATITUDE	Coordenadas N de Sul para Norte
LONGITUDE	Coordenadas E de Oeste para Leste
OBSERVAÇÃO	Observação complementar sobre o poço

5.2.6 Tabela de cadastro da aplicação de vinhaça

A aplicação da vinhaça envolve uma série de informações referentes à sua composição, as características do solo e a operacionalização e logística de distribuição nas áreas de cana. Essa tabela permite ao usuário inserir, consultar, calcular e gerir as informações necessárias à aplicação de vinhaça de acordo com as normas ambientais. Na tabela 7, estão as informações necessárias ao cadastro da aplicação da vinhaça.

Tabela 7 Detalhe das informações do cadastro da aplicação de vinhaça.

TABELA DE CADASTRO APLICAÇÃO DE VINHAÇA	
DATA DE APLICAÇÃO:	Data da Aplicação de vinhaça
SAFRA:	Ano de safra aplicação
CAPACIDADE DE TROCA CATIONICA DO SOLO(CTC):	Capacidade de troca catiônica do solo
CONCENTRAÇÃO DE POTÁSSIO NO SOLO	Concentração de potássio no Solo
CONCENTRAÇÃO DE POTÁSSIO NO SOLO:	Vazão da vinhaça
CONCENTRAÇÃO DE POTÁSSIO NA VINHAÇA	Concentração de potássio na vinhaça
KVI KG M ³	Concentração de potássio na vinhaça por metro cúbico
TAXA VOLUMÉTRICA DE APLICAÇÃO DE VINHAÇA	Taxa volumétrica de aplicação de vinhaça
MM - LÂMINA A SER APLICADA	Lâmina a ser aplicada de vinhaça
ÁREA TALHÃO	Área talhão
M3 ANO-1 - VOLUME TOTAL	metro cúbico total aplicado no talhão
KM - DISTÂNCIA MÉDIA DA ÁREA DE FERTIRRIGAÇÃO - DISTANCIA DA PROPRIEDADE	Distância entre a propriedade e unidade moedora
M - RAIOS DE ALCANCE DO ROLÃO	Alcance do rolão
M - COMPRIMENTO DA MANGUEIRA	Comprimento da mangueira em metro
H D-1 - JORNADA ÚTIL DE TRABALHO COM REFEIÇÃO	Jornada útil de trabalho com refeição
H - HORAS PERDIDAS	Horas perdidas
M3 H-1 - VAZÃO DO ROLÃO	Vazão do rolão
H - TEMPO DE MANOBRA DE MUDANÇA DE FAIXAS	Tempo utilizado para manobra de mudança de faixas
M - COMPRIMENTO DA FAIXA APLICADA	Comprimento da faixa aplicada
M - LARGURA DA FAIXA DE APLICAÇÃO	Largura da faixa de aplicação
HA - ÁREA DA FAIXA DE APLICAÇÃO	Área da faixa de aplicação em hectares
% - EFICIÊNCIA DE TRABALHO	Porcentagem de eficiência de trabalho
M3 - VOLUME APLICADO EM CADA FAIXA	Volume aplicado de vinhaça em cada faixa em metro cúbico
H FAIXA-1 - TEMPO DE APLICAÇÃO DO ROLÃO	Tempo de aplicação do rolão
M3 D-1 - RENDIMENTO DO ROLÃO	Rendimento do rolão
M/H - VELOCIDADE DE RECOLHIMENTO DO ROLÃO	Velocidade de recolhimento do rolão por metros horas
EQUIPAMENTOS NECESSÁRIOS	Quantidade de equipamentos utilizados
HORAS - TEMPO NO TALHÃO	Horas de tempo do rolão
H/VIAGEM - TEMPO PERDIDO COM MANOBRAS E OUTROS NO CAMPO	Tempo perdido com manobras e outros no campo
H/VIAGEM - TEMPO PERDIDO COM MANOBRAS E OUTROS NA USINA	Tempo perdido com manobras e outros na usina
H/VIAGEM - TEMPO AUXILIAR PARA CARREGAMENTO	Tempo auxiliar para carregamento
H/VIAGEM - TEMPO AUXILIAR PARA DESCARREGAMENTO (SEM DESCARGA BATE-VOLTA)	Tempo auxiliar para descarregamento (sem descarga bate-volta)
H/VIAGEM - TEMPO AUXILIAR PARA DESCARREGAMENTO (COM DESCARGA RÁPIDA - TANQUES OU CANAIS)	Tempo auxiliar para descarregamento (com descarga rápida - tanques ou canais)
KM/H - VELOCIDADE MÉDIA DE TRANSPORTE VAZIO (RETORNO)	Velocidade média de transporte vazio (retorno)

KM/H - VELOCIDADE MÉDIA DE TRANSPORTE CARREGADO	Velocidade média de transporte carregado em quilômetro por hora
KM/L - CONSUMO DE ÓLEO DIESEL NO TRANSPORTE	Consumo de óleo diesel no transporte
H/D - JORNADA ÚTIL DE TRABALHO COM REFEIÇÃO	Jornada útil de trabalho com refeição
H/D - HORAS PARA MANUTENÇÃO E TROCA DE TURNO	Horas para manutenção e troca de turno
M3/VIAGEM - CAPACIDADE DE CARGA VIAGEM/CAMINHÃO DIA - QUANTIDADE DE VIAGENS REALIZADAS POR CAMINHÃO	Capacidade de carga em metros cúbicos
M3/CAMINHÃO DIA - VOLUME TRANSPORTADO DE VINHAÇA	Quantidade de viagens realizadas por caminhão
HA/CAMINHÃO DIA - ÁREA DE FERTIRRIGAÇÃO COBERTA POR CAMINHÃO NO DIA	Volume transportado de vinhaça
CAMINHÃO - QUANTIDADE DE CAMINHÕES DA FROTA DE FERTIRRIGAÇÃO	Área de fertirrigação coberta por caminhão no dia
KM/HA - DISTÂNCIA MÉDIA PERCORRIDA POR HA FERTIRRIGADO	Quantidade de caminhões da frota de fertirrigação
L/HA - CONSUMO DE DIESEL NO TRANSPORTE POR HA FERTIRRIGADO	Distância média percorrida por ha fertirrigado
	Consumo de diesel no transporte por ha fertirrigado

5.3 Diagrama de entidade e relacionamento

O diagrama de entidade e relacionamento (figura 35) demonstra o relacionamento entre as tabelas do banco de dados.

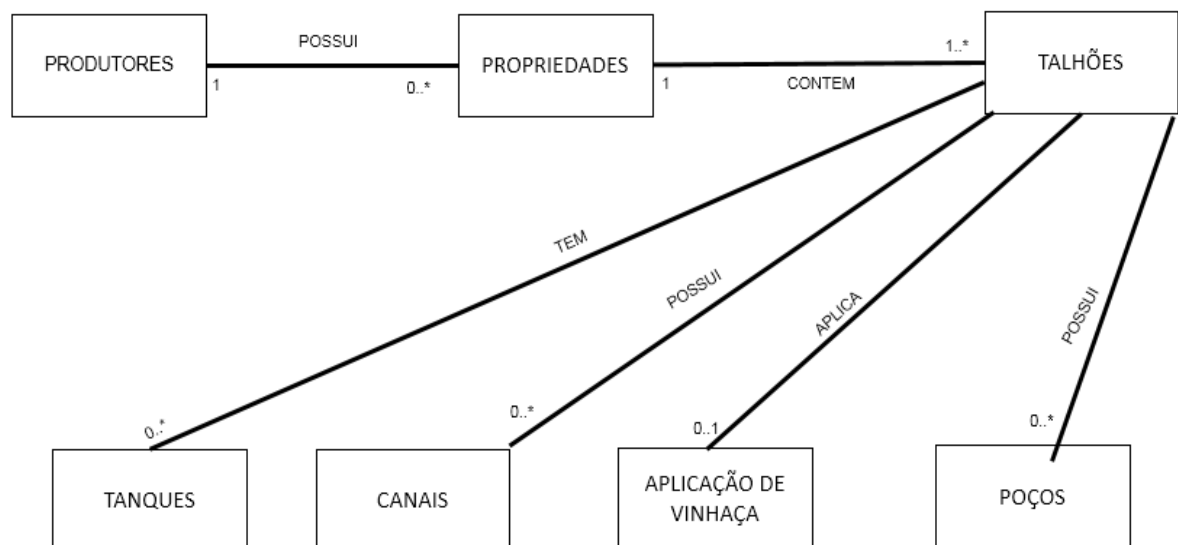


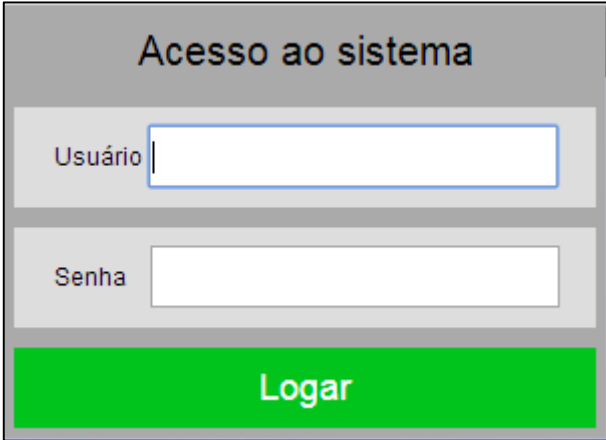
Figura 35 Detalhe do diagrama de entidade e relacionamento entre as tabelas do banco de dados.

Pode-se observar, no diagrama, que um produtor pode ter 0 (zero) ou várias propriedades, e uma propriedade tem necessidade de possuir pelo menos um produtor. Uma propriedade pode conter um ou mais talhões, e um talhão tem a necessidade de conter pelo menos uma propriedade relacionada. Um talhão pode conter um ou mais tanques, canais aplicações de vinhaça e/ou poços, ou não apresentar nenhuma das opções anteriores.

5.4 Telas do sistema

5.4.1 Tela de login

A tela de login permite o acesso do usuário ao sistema (figura 36). Para isso, o usuário deverá criar um login e uma senha com qualquer tipo e números de caracteres.



A imagem mostra a interface de login do sistema. No topo, há um cabeçalho cinza com o título "Acesso ao sistema". Abaixo dele, há dois campos de entrada: "Usuário" e "Senha", cada um com um campo de texto branco e uma borda azul. Abaixo dos campos, há um botão verde com o texto "Logar" em branco.

Figura 36Tela de acesso ao sistema.

5.4.2 Tela de menu principal

A tela do menu principal permite que o usuário acesse todas as funcionalidades do *software* (figura 36), podendo-se citar: cadastros (produtor, propriedade, talhão, tanque, canal, poço), consultas (produtor, propriedade, talhão, tanque, canal, poço), relatórios (produtor, propriedade, talhão, tanque, canal, poço), gerenciamentos e usuários.

Cadastros	Produtor	Propriedade	Talhão	Tanques	Canais	Poços
Consultas	Produtor	Propriedade	Talhão	Tanques	Canais	Poços
Relatórios	Produtor	Propriedade	Talhão	Tanques	Canais	Poços
Gerenciamento	Listar	Cadastrar	Relatório PAV			
Usuários	Cadastrar novo funcionário					

Figura 37Tela do menu principal.

5.4.3 Tela de cadastro de produtor

A tela de cadastro de produtor permite que o usuário cadastre todos os produtores (Figura 38) que possuem áreas arrendadas a unidade de moagem.

Cadastro de Produtor

Nome:
Afonso José Teodoro

CPF:
1234582128324

Rua:
Rua Jose Menezer

Número:
102

Cidade:
Fernandópolis

UF:
SP

CEP:
15600000

Registro:
125874525832

Cadastrar Produtor

Figura 38Tela de cadastro do produtor.

5.4.4 Tela de consulta de produtor

A tela de consulta do produtor exibe as informações cadastradas (figura39). Na tela, são listados os produtores cadastrados, sendo que a consulta pode ser realizada por nome, cidade de origem, CPF e número de registro.

Produtores Cadastrados

Mostar 10 por pagina Pesquisar

Nome	CPF	Cidade	CEP	Registro
Afonso José Teodoro	1234582128324	Fernandópolis - SP	15600000	2147483647
drausio lucas	3434355676	fernandopolis - SP	15600	1234567890
Eliane Ap. Soares	2034589756	Fernandopolis - SP	15	2147483647
Guilherme de Moraes	123456789	Fernandópolis - SP	15600000	1234567890
João Carlos Rezende	21584528715	Fernandópolis - SP	15600000	123456
moraís 2	234566	fernando - sp	0	0
Valdenice Fazendeira	234567	fernandopolis - sp	15600	1

1 ate 8 - TOTAL DE 8 Primeira Anterior 1 Proxima Ultima

Alterar **Excluir**

Figura 39Detalhe da tela de consulta ao produtor.

5.4.5 Tela de cadastro de propriedade

É a tela que permite o cadastro das informações das propriedades (Figura 40). Permite ao usuário cadastrar todas as propriedades que fazem parte da produção da unidade moedora.

Cadastro de Propriedade	
Nome:	FAZENDA SANTA CLARA
Área (hectares):	20000
Município:	FERNANDÓPOLIS
UF:	SP
CEP:	15600000
Registro	1234569
Área Cana(hectares):	15000
Área APP(hectares):	1500
Distância ate o parque industrial (QUILOMETRO):	12
Porc Carreador:	10
Área Carreador (hectares):	1000
Codigo Fazenda:	147852
Latitude:(XX.XXXX)	-21.1581
Longitude:(XX.XXXX)	-478312
Cadastrar Propriedade	

Figura 40 Detalhe da tela de cadastro da propriedade.

5.4.6 Tela de consulta de propriedade

A tela de consulta de propriedade permite ao usuário localizar e acessar todas as informações das propriedades cadastradas (figura 41). As propriedades podem ser consultadas por nome, registro, código da fazenda, coordenadas e produtor.

Propriedades Cadastradas						
Mostar 10 por pagina				Pesquisar <input type="text"/>		
Nome	Registro	Codigo Fazenda	Latitude (XX.XXXX)	Longitude (XX.XXXX)	Produtor	
15 - Fazenda Dos Morais	123456	123456	-21.158102	-47.831211	20 - Eliane Ap. Soares	
16 - Fazenda França	123456789	123456	-21.158102	-47.831211	21 - Guilherme de Morais	
17 - Fazenda Santa Clara	2147483647	125475316	-21.158102	-47.831211	23 - Afonso José Teodoro	
18 - Fazenda DOIS IRMÃOS	123456789	125876324	-20.348458	-50.472986	22 - João Carlos Rezende	
20 - Fazenda ITALIA	123456	123456	-20.348458	-50.472986	20 - Eliane Ap. Soares	
21 - FAZENDA SANTA CLARA	1234569	147852	-21.1581	-478312	21 - Guilherme de Morais	

1 ate 6 - TOTAL DE 6

Primeira Anterior 1 Proxima Ultima

Alterar Excluir

Figura 41 Detalhe da tela de consulta de propriedades.

5.4.7 Tela de cadastro de talhão

A tela de cadastro de talhão permite que o usuário cadastre todos os talhões pertencentes a uma propriedade (Figura 42). Caso sejam inseridos caracteres alfabéticos em campos que devem ser numéricos, uma mensagem de alerta é exibida.

Cadastro de Talhão

Numero:
002

Área (hectare):
20

Corte (1 até ...):
2

Variedade:
ESP 01

Espaçamento (metros):
1.50

Cadastrar Talhão

Figura 42 Detalhe da tela de consulta de propriedades.

5.4.8 Tela de consulta de talhão

Natela de consulta,o usuário pode localizar todos os talhões cadastrados, bem como as informações relacionadas, tais como área, corte, variedades, espaçamento etc. (figura 43).

Talhões Cadastrados

Mostar 10 por pagina Pesquisar

Numero	Area (hectare)	Corte (1 até ...)	Variedade	Espaçamento em (metros)	Codi prop
1	5000.00	1	esp 01	1.00	15
1	10000.00	2	esp 01	1.50	16
1	10.00	1	ESP 01	1.50	18
2	400.00	1	var 01	1.50	15
2	20.00	2	ESP 01	1.50	17
2	10.00	1	ESP 01	1.50	18
2	10000.00	2	ESP 01	1.50	20
3	15.00	2	esp 02	1.50	15
3	10.00	2	ESP 01	1.50	20

1 ate 9 - TOTAL DE 9 Primeira Anterior 1 Proxima Ultima

Alterar **Excluir**

Figura 43 Detalhe da tela de cadastro de talhões.

5.4.9 Tela de cadastro de tanque

A tela de cadastro de tanques (figura 44) permite ao usuário cadastrar as características dos tanques de vinhaça, que pertence ao um talhão. Caso sejam inseridos caracteres alfabéticos em campos que devem ser numéricos, uma mensagem de alerta é exibida.

Cadastro de Tanques

Numero:	<input type="text" value="001"/>
Volume (metros cúbicos):	<input type="text" value="20000"/>
Largura (metros):	<input type="text" value="100"/>
Comprimento (metros):	<input type="text" value="50"/>
Profundidade (metros):	<input type="text" value="4"/>
Datum	<input type="text" value="SAD 69"/>
Fuso UTM	<input type="text" value="22"/>
Latitude	<input type="text" value="-20.29887"/>
Longitude	<input type="text" value="-50.0513856,118"/>
Revestimento do tanque	<input type="text" value="MEMBRANA"/>
Distancia linear até o parque industrial(quilômetro)	<input type="text" value="15"/>
Observação	<input type="text" value=""/>

Figura 44 Detalhe da tela de cadastro de tanques.

5.4.10 Tela consulta de tanque

Na tela de consulta de tanque, o usuário pode localizar todos os tanques cadastrados, pelos números de registro, suas características de projeto (volume, profundidade etc.) e localização geográfica (figura 45).

Tanques Cadastrados

Mostar 10 por página Pesquisar

numero	volume (metros cúbicos)	largura (metros)	comprimento (metros)	profundidade (metros)	datum	fusoutm	Latitude	Longitude	revestimento do tanque	distancia linear até o parque industrial (quilômetros)
1	3500.00	1000.00	1000.00	200.00	22k	23.00	7.76	562.98	membrana	15.00
1	20000.00	100.00	50.00	4.00	Sad 69	22.00	7.78	565.23	membrana	15.00
1	20000.00	100.00	50.00	200.00	Sad 69	22.00	7.78	565.23	membrana	15.00
1	20000.00	100.00	50.00	4.00	Sad 69	22.00	7.78	565.23	membrana	15.00
1	10000.00	50.00	70.00	3.00	WGs 84	0.00	7000000.00	500000.00	gel manta	15.00
1	20000.00	100.00	50.00	4.00	SAD 69	22.00	-20.30	-50.05	MEMBRANA	15.00

1 ate 6 - TOTAL DE 6 Primeira Anterior 1 Proxima Ultima

Alterar
Excluir

Figura 45 Detalhe da tela de consulta de tanques.

5.4.11 Tela de cadastro de canal

A tela de cadastro de canal (figura 46) permite ao usuário cadastrar todos os canais de vinhaça localizado em determinado talhão. Como existem vários campos relativos a dados de projeto, caso sejam inseridos caracteres alfabéticos em campos que devem ser numéricos, uma mensagem de alerta é exibida.

Cadastro de Canal

Numero:	<input type="text" value="001"/>
Ordem (Primário ou Secundário):	<input type="text" value="PRIMARIO"/>
Tipo (contorno aberto ou fechado):	<input type="text" value="ABERTO"/>
Revestimento (do canal):	<input type="text" value="CONCRETO"/>
Formato (Trapezoidal, Retangular, Circular ou Triangular):	<input type="text" value="TRAPEZOIDAL"/>
Base maior do canal(metros)	<input type="text" value="2"/>
Base Menor do canal(metros)	<input type="text" value="1.50"/>
Profundidade do canal(metros)	<input type="text" value="1.50"/>
Cota inicial(metros)	<input type="text" value="2"/>
Cota final(metros)	<input type="text" value="3"/>
Coefficiente de rugosidade de mannig(decimal)	<input type="text" value="0.018"/>
Comprimento do canal (metros)	<input type="text" value="200"/>
Altura Lamnina Liquido (metros)	<input type="text" value="1"/>
Observação	<input type="text"/>
<input type="button" value="Cadastrar Canal"/>	

Figura 46 Detalhe da tela de cadastro de canais

5.4.12 Tela de consulta de canal

Esta tela permite que o usuário consulte as informações dos canais cadastrados, a partir do número de registro e características de projeto (figura 47).

Canais cadastrados

Mostrar 10 por página Pesquisar

Número	Ordem (Primário ou Secundário)	Tipo (contorno aberto ou fechado)	Revestimento do canal	Formato (Trapezoidal, Retangular, Circular ou Triangular)	Base Maior do canal (metros)	Base Menor do canal (metros)	Profundidade do canal (metros)	Cota inicial (metros)	Cota final (metros)
1	001	aberto	concreto	trapezoidal	2.00	1.00	1.50	2.00	1.00
1	003	ABERTO	CONCRETO	TRAPEZIO	2.00	1.50	1.00	2.00	1.00
1	003	ABERTO	CONCRETO	TRAPEZIO	2.00	1.50	1.00	2.00	1.00
1	mestre	trapezio	CONCRETO		2.00	2.00	1.00	2.00	1.00
1	PRIMARIO	ABERTO	CONCRETO	TRAPEZOIDAL	2.00	1.50	1.50	2.00	3.00
2	02	ABERTO	CONCRETO	TRAPEZIO	2.00	1.50	1.00	2.00	1.00

1 ate 6 - TOTAL DE 6 Primeira Anterior 1 Proxima Ultima

Figura 47 Detalhe da tela de consulta de canais.

5.4.13 Tela de cadastro de poço

A tela de cadastro de poços (figura 48) permite ao usuário cadastrar todos os poços e suas informações. Nesta tela, também caso sejam inseridos caracteres alfabéticos em campos que devem ser numéricos, uma mensagem de alerta é exibida.

Cadastro de Poços

Número:

Profundidade (metros):

Aquifero:

Finalidade:

Vazão (metros cúbicos por hora):

Datum:

Fuso UTM:

Latitude:

Longitude:

Observação:

Figura 48 Detalhe da tela de cadastro de poços.

5.4.14 Tela de consulta de poço

A tela de consulta de poços permite ao usuário consultar os poços cadastrados no sistema, pelas informações de projeto e localização geográfica (figura 49).

Poços Cadastrados

Mostrar 10 por pagina Pesquisar

Nº	Profundidade (metros)	Aquífero	Finalidade	Vazão (metros cúbicos por hora)	Datum	Fusoutm	Latitude	Longitude	Observação	Código Talhão
1	50.00	Guarani	abastecimento public	2.00	sad 69	22.00	7.00	565.00		18
1	56.00	GURANI	abastecimento public	3.00	sad 69	22.00	7.00	565.00		16
1	56.00	Guarani	abastecimento public	2.00	sad 69	22.00	7.76	565.23		14
1	60.00	Bauru	verificação	2.00	sad 69	22.00	70000000.00	500000.00		20
1	50.00	GUARANI	ABASTECIMENTO PUBLIC	2.00	SAD 69	22.00	-20.26	-50.28		16
2	70.00	Guarani	Abastecimento Public	2.00	sad 69	22.00	7.76	565.00		16

1 ate 6 - TOTAL DE 6 Primeira Anterior 1 Proxima Ultima

Alterar
Excluir

Figura 49 Detalhe da tela de consulta de poços.

5.4.15 Cadastro de aplicação de vinhaça

A tela de cadastro de aplicação (Figura 50) permite ao usuário cadastrar a aplicação de vinhaça pertencente a um talhão. Como as informações inseridas nesta tela são utilizadas em cálculos, caso sejam inseridos caracteres alfabéticos em campos que devem ser numéricos, uma mensagem de alerta é exibida.

Cadastro de Aplicação	
Data:	<input type="text" value="12/05/2017"/>
Safra :	<input type="text" value="2012"/>
Capacidade de troca catiônica do solo:	<input type="text" value="35.0"/>
Concentração de potássio no solo:	<input type="text" value="0.9"/>
M3 h-1 Vazão da vinhaça:	<input type="text" value="290"/>
Mg L-1 Concentração de potássio na vinhaça:	<input type="text" value="2536"/>
Taxa volumétrica Aplicada:	<input type="text" value="250"/>
Unidade de medida:	<input type="text" value="mmolc dm-3"/>
<input type="button" value="caminhao"/> <input type="button" value="dispersão"/>	

Figura 50 Detalhe da tela de cadastro da aplicação de vinhaça.

5.4.16 Cadastro de aplicação de vinhaça por dispersão

A tela de aplicação por dispersão (Figura 51), acessada na tela de cadastro da aplicação de vinhaça, permite ao usuário cadastrar as informações para a aplicação por dispersão pertencente a um talhão. Como as informações inseridas nesta tela são utilizadas em cálculos, caso sejam inseridos caracteres alfabéticos em campos que devem ser numéricos, uma mensagem de alerta é exibida.

Aplicação por Dispersão

m - raio de alcance do rolão:

m - comprimento da mangueira:

h d-1 - jornada útil de trabalho com refeição:

h - horas perdidas:

m³ h⁻¹ - vazão do rolão:

h - tempo de manobra de mudança de faixas:

Figura 51 Detalhe da tela de cadastro das informações da aplicação por dispersão.

5.4.17 Cadastro de aplicação de vinhaça por caminhão

A tela de aplicação por caminhão (Figura 52), também acessada na tela de cadastro da aplicação de vinhaça, permite ao usuário cadastrar a aplicação de vinhaça por caminhão pertencente a um talhão. Como as informações inseridas nesta tela são utilizadas em cálculos, caso sejam inseridos caracteres alfabéticos em campos que devem ser numéricos, uma mensagem de alerta é exibida.

Aplicação por caminhão	
h/viagem - tempo perdido com manobras e outros no campo:	<input type="text" value="0.25"/>
h/viagem - tempo perdido com manobras e outros na usina:	<input type="text" value="0.08"/>
h/viagem - tempo auxiliar para carregamento:	<input type="text" value="0.5"/>
h/viagem - tempo auxiliar para descarregamento (sem descarga bate-volta):	<input type="text" value="0"/>
h/viagem - tempo auxiliar para descarregamento (com descarga rápida - tanques ou canais):	<input type="text" value="0.1"/>
km/h - velocidade média de transporte vazio (retorno):	<input type="text" value="35"/>
km/h - velocidade média de transporte carregado:	<input type="text" value="20"/>
km/L - consumo de óleo diesel no transporte:	<input type="text" value="1.2"/>
h/d - jornada útil de trabalho com refeição:	<input type="text" value="21"/>
h/d - horas para manutenção e troca de turno:	<input type="text" value="2.5"/>
m ³ /viagem - capacidade de carga:	<input type="text" value="60"/>
<input type="button" value="Cadastrar aplicação"/>	

Figura 52 Detalhe da tela de cadastro das informações de aplicação de vinhaça por caminhão.

5.5 Relatórios gerados pelo sistema

5.5.1 Relatórios das estruturas cadastradas

Os relatórios que podem ser gerados pelo sistema são: produtor, propriedade, talhão, canal, tanque e poços, com todas as informações cadastradas pelo usuário. Os relatórios podem ser gerados em na tela ou salvos no formato PDF. Nas figuras 53 a 58, estão apresentados exemplos de relatórios desses cadastros gerados pelo sistema.

Produtores Cadastrados

Nome	CPF	Cidade	CEP	Registro
Eliane Ap. Soares	2034589756	Fernandópolis - SP	15	2147483647
Guilherme de Moraes	123456789	Fernandópolis - SP	15600000	1234567890
João Carlos Rezende	21584528715	Fernandópolis - SP	15600000	123456
Afonso José Teodoro	1234582128324	Fernandópolis - SP	15600000	2147483647

Figura 53 Detalhe de relatório de produtores gerado pelo sistema.

Propriedades Cadastradas

Nome	Registro	nº Fazenda	Tipo A	Tipo B	Produtor
15 - Fazenda Dos Moraes	123456	123456	-21.158102	-47.831211	20 - Eliane Ap. Soares
16 - Fazenda França	123456789	123456	-21.158102	-47.831211	21 - Guilherme de Moraes
18 - Fazenda DOIS IRMÃOS	123456789	125876324	-20.348458	-50.472986	22 - João Carlos Rezende
17 - Fazenda Santa Clara	2147483647	125475316	-21.158102	-47.831211	23 - Afonso José Teodoro

Figura 54 Detalhe de relatório de propriedades gerado pelo sistema.

Talhões Cadastrados

15 - Fazenda Dos Morais	Numero	Area	Corte	Variedade	Espaço
	1	5000.00	1	esp 01	1.00
	2	400.00	1	var 01	1.50
	3	15.00	2	esp 02	1.50
16 - Fazenda França	Numero	Area	Corte	Variedade	Espaço
	1	10000.00	2	esp 01	1.50
17 - Fazenda Santa Clara	Numero	Area	Corte	Variedade	Espaço
	2	20.00	2	ESP 01	1.50
18 - Fazenda DOIS IRMÃOS	Numero	Area	Corte	Variedade	Espaço
	1	10.00	1	ESP 01	1.50
	2	10.00	1	ESP 01	1.50

Figura 55 Detalhe de relatório de talhões gerado pelo sistema.

Tanques Cadastrados

Propriedade 15 - Fazenda Dos Morais

nº Talhão	nº Tanque	Vol	Largura	Comp.	Prof.	Datum	Fusoutm	Coord.N	Coord.E	Revest.	Dist.	Obs
3	1	3500.00	1000.00	1000.00	200.00	22k	23.00	7.76	562.98	membrana	15.00	tanque

Propriedade 17 - Fazenda Santa Clara

nº Talhão	nº Tanque	Vol	Largura	Comp.	Prof.	Datum	Fusoutm	Coord.N	Coord.E	Revest.	Dist.	Obs
2	1	20000.00	100.00	50.00	4.00	Sad 69	22.00	7.78	565.23	membrana	15.00	Reservatório de Vinha
2	1	20000.00	100.00	50.00	200.00	Sad 69	22.00	7.78	565.23	membrana	15.00	

Propriedade 16 - Fazenda França

nº Talhão	nº Tanque	Vol	Largura	Comp.	Prof.	Datum	Fusoutm	Coord.N	Coord.E	Revest.	Dist.	Obs
1	1	20000.00	100.00	50.00	4.00	Sad 69	22.00	7.78	565.23	membrana	15.00	Reservatório de Vinha

Figura 56 Detalhe de relatório de tanques gerado pelo sistema.

Canais Cadastrados

Propriedade 17 - Fazenda Santa Clara

Nº Talhão	Nº Canal	Ordem	Tipo	Revest.	Formato	B. Maior	B. Menor	Prof. Total	Cota Chegada	Cota Partida	Cofmanning	Comprimento	Altura lamina liquido	Observação
2	1	001	aberto	concreto	trapezoidal	2.00	1.00	1.50	2.00	1.00	0.02	200.00	1.20	

Propriedade 15 - Fazenda Dos Morais

Nº Talhão	Nº Canal	Ordem	Tipo	Revest.	Formato	B. Maior	B. Menor	Prof. Total	Cota Chegada	Cota Partida	Cofmanning	Comprimento	Altura lamina liquido	Observação
2	2	02	ABERTO	CONCRETO	TRAPEZIO	2.00	1.50	1.00	2.00	1.00	0.02	200.00	1.20	CANAL DE VINHAÇA

Propriedade 18 - Fazenda DOIS IRMÃOS

Nº Talhão	Nº Canal	Ordem	Tipo	Revest.	Formato	B. Maior	B. Menor	Prof. Total	Cota Chegada	Cota Partida	Cofmanning	Comprimento	Altura lamina liquido	Observação
2	1	003	ABERTO	CONCRETO	TRAPEZIO	2.00	1.50	1.00	2.00	1.00	0.02	250.00	1.30	

Propriedade 16 - Fazenda França

Nº Talhão	Nº Canal	Ordem	Tipo	Revest.	Formato	B. Maior	B. Menor	Prof. Total	Cota Chegada	Cota Partida	Cofmanning	Comprimento	Altura lamina liquido	Observação
1	1	003	ABERTO	CONCRETO	TRAPEZIO	2.00	1.50	1.00	2.00	1.00	0.02	250.00	1.20	

Figura 57 Detalhe de relatório de canais gerado pelo sistema.

Poços Cadastrados

Propriedade 18 - Fazenda DOIS IRMÃOS

Nº Talhão	Nº Poço	Profundidade	Aquífero	Finalidade	Vazão	Datum	Fusoutm	CoordenadaN	CoordenadaE	Observação
1	1	50.00	Guarani	abastecimento public	2.00	sad 69		7.00	565.00	

Propriedade 16 - Fazenda França

Nº Talhão	Nº Poço	Profundidade	Aquífero	Finalidade	Vazão	Datum	Fusoutm	CoordenadaN	CoordenadaE	Observação
1	1	56.00	GURANI	abastecimento public	3.00	sad 69		7.00	565.00	
1	2	70.00	Guarani	Abastecimento Public	2.00	sad 69		7.76	565.00	

Propriedade 15 - Fazenda Dos Morais

Nº Talhão	Nº Poço	Profundidade	Aquífero	Finalidade	Vazão	Datum	Fusoutm	CoordenadaN	CoordenadaE	Observação
2	1	56.00	Guarani	Abastecimento Public	2.00	sad 69		7.76	565.23	

Figura 58 Detalhe de relatório de poços gerado pelo sistema.

5.5.2 Relatórios do Plano de Aplicação de Vinhaça (PAV)

Finalmente, o usuário pode gerar o principal relatório de importância para o controle e licenciamento ambiental, o Plano de Aplicação de Vinhaça. O relatório do PAV pode ser exibido na tela ou salvo em PDF.

Nas figuras de 59 a 64, estão apresentados exemplos dos relatórios de cálculos intermediários e do relatório final do PAV.

Previa dos Resultados	
KVI KG	2.536
Taxa volumétrica de aplicação de vinhaça	198.43848580442
mm - lâmina a ser aplicada	19.843848580442
Area talhão	15
m3 ano-1 - volume total	2976.5772870662
km - distância média da área de fertirrigação - Distancia da propriedade	25

Figura 59 Relatório de resultados dos cálculos da aplicação de vinhaça.

Aplicação por Dispersão	
m - raio de alcance do rolão:	45.00000
m - comprimento da mangueira:	400.00000
h d-1 - jornada útil de trabalho com refeição:	20.00000
h - horas perdidas:	4.00000
m3 h-1 - vazão do rolão:	120.00000
h - tempo de manobra de mudança de faixas:	0.70000

Figura 60 Relatório dos dados de cadastro das variáveis operacionais da aplicação de vinhaça por dispersão.

Resultados por Dispersão	
m - comprimento da faixa aplicada:	445.00000
m - largura da faixa de aplicação:	90.00000
ha - área da faixa de aplicação:	4.00500
% - eficiência de trabalho:	80.00000
m3 - volume aplicado em cada faixa:	794.74614
h faixa-1 - tempo de aplicação do rolão:	6.62288
m3 d-1 - rendimento do rolão:	1736.46576
m/h - velocidade de recolhimento do rolão:	67.19127
equipamentos necessários:	4.00814
horas - tempo no talhão:	9.07082

Figura 61 Relatório de resultados das variáveis operacionais da aplicação de vinhaça por dispersão.

Aplicação por caminhão	
h/viagem - tempo perdido com manobras e outros no campo:	0.25000
h/viagem - tempo perdido com manobras e outros na usina:	0.08000
h/viagem - tempo auxiliar para carregamento:	0.50000
h/viagem - tempo auxiliar para descarregamento (sem descarga bate-volta):	0.00000
h/viagem - tempo auxiliar para descarregamento (com descarga rápida - tanques ou canais):	0.10000
km/h - velocidade média de transporte vazio (retorno):	35.00000
km/h - velocidade média de transporte carregado:	20.00000
km/L - consumo de óleo diesel no transporte:	1.20000
h/d - jornada útil de trabalho com refeição:	21.00000
h/d - horas para manutenção e troca de turno:	2.50000
m³/viagem - capacidade de carga:	60.00000

Figura 62 Relatório dos dados de cadastro das variáveis operacionais da aplicação de vinhaça por caminhão.

Resultados por Caminhão	
viagem/caminhão dia - quantidade de viagens realizadas por caminhão:	6.76594
m³/caminhão dia - volume transportado de vinhaça:	405.95611
ha/camnhão dia - área de fertirrigação coberta por caminhão no dia:	2.04575
caminhão - quantidade de caminhões da frota de fertirrigação:	0.71436
km/ha - distância média percorrida por ha fertirrigado:	165.36540
L/ha - consumo de diesel no transporte por ha fertirrigado:	137.80450

Figura 63 Relatório de resultados das variáveis operacionais da aplicação de vinhaça por caminhão.

Gerenciamentos Cadastrados

17 - Fazenda Santa Clara	Talhao	Area	Unidade	CTC	K	taxa de aplicação (m ³ de vinhaça /ha)		
						Permitido	Aplicado	Vol. Aplicado
05-04-2013	2	20	mmolc dm-3	35	0.9	198.44	205	3968.77
Area Total		20						

15 - Fazenda Dos Morais	Talhao	Area	Unidade	CTC	K	taxa de aplicação (m ³ de vinhaça /ha)		
						Permitido	Aplicado	Vol. Aplicado
03-03-2013	3	15	mmolc dm-3	37	0.9	213.2	200	3198.03
12-08-2013	2	400	mmolc dm-3	37	0.9	213.2	250	85280.76
Area Total		415						

18 - Fazenda DOIS IRMÃOS	Talhao	Area	Unidade	CTC	K	taxa de aplicação (m ³ de vinhaça /ha)		
						Permitido	Aplicado	Vol. Aplicado
05-08-2013	2	10	mmolc dm-3	37	0.9	213.2	250	2132.02
05-08-2013	1	10	mmolc dm-3	35	0.9	198.44	250	1984.38
Area Total		20						

Figura 64 Exemplo de relatório do Plano de Aplicação de Vinhaça.

6 CONCLUSÃO

De acordo com a proposta de armazenamento em banco de dados, funcionamento *online* e geração de relatórios com precisão e agilidade, conclui-se que o SISGAVI é uma plataforma promissora no controle ambiental nas unidades sucroenergéticas.

Além disso, se o *software* for adotado como padrão pela gerência ambiental do setor sucroenergético, ele permite a padronização para o envio de relatórios para os órgãos fiscalizadores, com a minimização de erros em cálculos.

REFERÊNCIAS

ALQUINI, F.; GÜNTHER, W.M.R.; PEREIRA, M.C. Fertirrigação com vinhaça, aspectos técnicos, ambientais e normativos. XVIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 2009.

ANA - Agência Nacional das Águas; FESP - Federação das Indústrias do Estado de São Paulo; UNICA - União da Indústria de Cana-de-açúcar; CTC - Centro de Tecnologia Canavieira. **Manual de conservação e reuso da água na agroindústria sucroenergética**. Brasília: ANA, 2009. 288p.

ANDRADE, F.P. Uso da vinhaça na fertirrigação: revisão da literatura sobre a técnica e seus benefícios. Escola de Engenharia de Lorena da Universidade de São Paulo. Lorena, SP, 2012.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **P4.231 vinhaça – critérios e procedimentos para aplicação no solo agrícola**. São Paulo: CETESB, 2006. 12p.

DINIZ, K.M. **Subsídios para a gestão dos planos de aplicação de vinhaça (PAV): um estudo de caso da região de Piracicaba**. 2010. Dissertação (Mestrado Profissional) – Fundação Getúlio Vargas. Escola de Economia de São Paulo, São Paulo, 2010.

NEVES, M. F.; TROMBIN, V. G.; CONSOLI, M.O mapa sucroenergético do Brasil In: SOUZA, E. L. L. de; MACEDO, I. de C. **Etanol e bioeletricidade: a cana-de-açúcar no futuro da matriz energética**. São Paulo: Luc Projetos de Comunicação, 2010. 314p.

PORTAL Edra. Disponível em: <http://www.edra.com.br/home/galerias.php?galeria_id=29>. Acesso em: 17 set. 2014a.

PORTAL Mais plástico. Disponível em: <www.maisplastico.com.br>. Acesso em: 17 set. 2014b.

SILVA, V.L. Estudo econômico das diferentes formas de transportes de vinhaça em fertirrigação na cana-de-açúcar. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, 2009.

SOARES, Wallace. **PHP 5 - Conceitos, programação e integração com banco de dados**. 7th Edition. São Paulo : Erica , 2013. VitalBook file. Minha Biblioteca. Disponível em: <<http://online.minhabiblioteca.com.br/books/9788536505633/page/31>>. Acesso em: 12 set. 2014.

UNICA - União da Indústria de Cana-de-açúcar. **Unicadata**. São Paulo: UNICA, 2014.